DESARROLLO DE PROYECTO TRANSVERSAL PARA INCORPORAR LA SOSTENIBILIDAD CURRICULAR AL GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

Blanco Archilla, Yolanda

Departamento Informática, Automática y Comunicaciones
Escuela Politécnica
Universidad Europea de Madrid
e-mail: myolanda.blanco@uem.es, web: http://www.uem.es/

Resumen. *Este artículo versa sobre un proyecto de innovación docente en el que están implicadas varias asignaturas a lo largo de los tres primeros cursos del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación (GIST). El objetivo es desarrollar una serie de actividades formativas relacionadas entre sí en las diferentes asignaturas para culminar con el desarrollo de un proyecto de ingeniería en el último curso que abarque aspectos relacionados con la Sostenibilidad Curricular.*

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos. Responsabilidad Social, Cooperación al Desarrollo. Ingeniería Sostenible.

1. INTRODUCCIÓN

La idea de organizar una serie de actividades educativas dentro de un nuevo modelo de aprendizaje que se ha dado en llamar "Design Centric Engineering Education" surgió en el pasado curso 2010-2011 para dar respuesta a una necesidad o carencia manifestada por los alumnos que es la cercanía con el mundo profesional. Los alumnos no parecían relacionar o reconocer en las prácticas realizadas en muchas de sus asignaturas las labores o tipos de tareas realizadas en una empresa. Ante esta perspectiva, el entontes coordinador de las titulaciones de los Grados de Telecomunicación profesor Juan Antonio Piñuela en colaboración con el profesor Rafael Mompó, idearon cinco grandes proyectos dentro de la titulación GIST denominados Design Centrics (DC) formados por un conjunto de asignaturas de distintos cursos, con una temática común y con un objetivo claro: realizar al menos una actividad en cada una de ellas formando parte de un proyecto profesional [1]. A comienzos del curso 2011-2012, la autora del presente artículo asumió el reto de coordinar uno de los DC denominado "Paliar la Brecha Digital". Los resultados de dicha coordinación en términos de las actividades formativas coordinadas e interrelacionadas entre las asignaturas implicadas constituyen el eje de este artículo, Mencionar además que a lo largo de este curso la autora ha escrito con el tutelaje de Eva Icarán (Responsable de Innovación Educativa de la UEM) un diario de innovación docente para describir dicha experiencia de coordinación y seguimiento.

2. EL DESIGN CENTRIC "PALIAR LA BRECHA DIGITAL" O "LA MISION SOCIAL DEL INGENIERO".

2.1. Descripción

El concepto de la Brecha Digital se conoce como el gran desequilibrio tecnológico y a nivel de uso de las nuevas TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) que existe en el mundo: nada tiene que ver el uso avanzado de internet y la telefonía móvil (por poner un ejemplo) en el mundo occidental, con la inexistencia casi total de sistemas de telecomunicación en grandes regiones de los países subdesarrollados.

Por otra parte la misión social del ingeniero de Telecomunicación se podría definir, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), como la de "resolver los problemas asociados a toda emisión, transmisión y recepción de signos, imágenes e informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos".

Por lo tanto, las Telecomunicaciones unidas a la creatividad del ingeniero juegan un papel clave para encontrar soluciones de comunicaciones viables y prácticas en ciertos entornos sociales donde la brecha digital se hace latente.

2.2. Objetivo principal de las actividades de aula

La idea es ir desarrollando actividades a lo largo de los tres cursos que concluyan con la realización de un proyecto por parte de los alumnos que dé solución a un problema de falta de sistemas de telecomunicación en una zona en vías de desarrollo, en este curso la zona de estudio ha sido Wukro en la región de Etiopía en África.

Así pues, el objetivo inicial de la autora de este artículo como coordinadora de dicho DC, fue que al finalizar el curso 11-12 se hayan realizado con una calidad suficiente una serie de actividades en el aula coordinadas entre sí y dentro de las asignaturas implicadas, orientadas a la realización de una planificación radio, y a las medidas prácticas sobre dicho entorno gráfico en una zona en vías de desarrollo, con el objeto de emular el establecimiento y optimización de un sistema de telecomunicación sobre la base de las necesidades y medios disponibles en entornos de recursos y disponibilidad limitados

2.3. Asignaturas

En total son siete las asignaturas implicadas en el proyecto que se distribuyen como sigue:
Primero: Fundamentos de Ondas y Transmisión - Habilidades de Comunicación
Segundo: Emisión y Recepción - Comunicaciones Analógicas y Digitales
Tercero: Radiocomunicaciones – Gestión del Espectro Radioeléctrico – Proyectos de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación.

3. ACTIVIDADES FORMATIVAS

La experiencia en este curso 2011-2012, tuvo como precursora la realización de un proyecto de similares características realizado en una única asignatura de segundo del grado [2]. Incluir actividades de concienciación e introducción en las asignaturas de primero, realizar un proyecto en las dos asignaturas de segundo con un escenario de propagación ideal y completar dicho proyecto incorporando cálculos más realistas de dicho escenario por un lado y un estudio de sostenibilidad económica y social del proyecto por otro, constituyen el hilo del proyecto de innovación total.
En este curso se han realizado las actividades de primero y segundo, dejando para el próximo curso académico la conclusión del proyecto en tercero, de modo que los alumnos que lo han comenzado este curso 11-12 puedan completarlo en el próximo. A continuación se detallan las actividades formativas realizadas en cada materia, incluyendo dos fichas de actividad a modo de ejemplo, por motivos de espacio no se pueden incluir todas las fichas en este artículo.

3.1. Gestión del Espacio Radioeléctrico (3º, primer cuatrimestre)

A pesar de ser asignatura de tercero, sí que se ha realizado una actividad de acercamiento al proyecto en esta asignatura. En el próximo curso se enfocará de forma más estrecha con el proyecto en Wukro que han realizado los alumnos este curso, de manera que la actividad a realizar consista en el estudio de la normativa y distribución del Espectro en Etiopía en los rangos de frecuencias de los servicios de comunicación analizados.
No obstante se muestra a continuación una ficha de la actividad realzada en el primer cuatrimestre de 2011 de la cual se podrá aprovechar gran parte en el curso 12-13.

Descripción de la actividad	
Denominación de la actividad:	Role Play sobre el establecimiento de las condiciones regulatorias favorables al desarrollo de operadores de acceso de banda ancha inalámbrico en zonas desfavorecidas
Cursos-asignaturas-materias	Curso: Gestión del Espacio Radioeléctrico . 3º Grado Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación Esta actividad forma parte de uno de los proyectos de innovación educativa Design Centric Education . Dicho proyecto es el denominado "Paliar la Brecha Digital" dentro de la misión social del ingeniero de telecomunicación y audiovisual. La continuación de este proyecto se realizará en la asignaturas Radiocomunicación
Objetivos (Competencias Específicas)	1. Entender las políticas internacionales de impulso de las telecomunicaciones de banda ancha para todos. 2. Aprender cómo los ingenieros de las diversas instituciones implicadas trabajan en grupos internacionales. 3. Conocer los diversos organismos, instituciones y asociaciones, a nivel internacional, involucradas en la gestión del espacio radioeléctrico, cuando dicha gestión implica el desarrollo de nuevos servicios retadores
Descripción	El Role Play ocupa el 50% de la asignatura (la primera parte de la misma). Se divide la clase en 6 grupos, y cada grupo asume un Rol de los indicados en el enunciado del ejercicio. El profesor propone tres ejercicios de rol. En la primera sesión (4 horas), cada grupo trabaja en su rol. En la segunda sesión se forman grupos nuevos, formado por 6 estudiantes, cada uno con un rol diferente. Por ejemplo, si en la clase hay 30 estudiantes, se formarán 6 grupos para la primera sesión (uno por cada rol), y 5 grupos para la segunda (el resultado de dividir los 30

	alumnos entre seis)
Competencias principales (a evaluar)	Legislación, Habilidades de Gestión
Otras competencias desarrolladas	Pensamiento crítico, así como las habilidades para desarrollar la profesión como consultor
Estimación temporal	
Tiempo de trabajo del profesorado	**Preparación previa (primera vez, sólo una vez):** *Escribir el role play y recabar el material para resolverlo. No cuantificado pues se realizó en las vacaciones, y los domingos.* **Todas las veces:** *Actualizar material: 1,5 horas/semana* *Evaluación* de entregables, seguimiento del trabajo en equipo, revisión de rúbricas y poner calificaciones: 2,5 horas/semana
Tiempo de trabajo para el estudiante dentro de clase	32 horas, que incluyen también las evaluaciones formativas
Tiempo de trabajo para el estudiante fuera de clase	32 horas
Material necesario	
Documentación para el estudiante	• El enunciado del role play • Diversos documentos y enlaces de los que dispone en el campus virtual
Documentación para el profesorado	• Indicaciones en el role play sobre cómo impartirlo
Otros requisitos para la realización de la actividad (materiales / tecnológicos / tipo de aula / num alumnos etc)	Los estudiantes traen su ordenador portátil al aula. Es conveniente que alguna de las sesiones se haga utilizando WIMBA, para que los estudiantes experimenten este tipo de reuniones profesionales, muy comunes en el campo de aplicación del role play.
Evaluación	
Procedimiento de evaluación	Evaluación de Competencias Específicas. 3 entregas individuales del trabajo realizado en cada ejercicio, que se evalúan como evaluación entre compañeros. Una prueba escrita al final del role play. Evaluación de las Competencias Genéricas. Rúbrica para evaluación entre compañeros. Sobre esa base el estudiante propone un plan personal de mejora, que el profesor contesta con la herramienta de feedback del campus virtual.
Instrumentos de evaluación	• Rúbricas para evaluación entre compañeros (3 para las competencias específicas y 2 para las competencias generales) • Prueba escrita objetiva, de 75 minutos de duración

Tabla 1.Ficha de Actividad en Gestión del Espacio Radioeléctrico. Autor: R. Mompó

3.2. Emisión y Recepción (2º, primer cuatrimestre)

En esta asignatura se aborda el proyecto desde un punto de vista profesional: estudiando el problema en su escenario geográfico real y sus necesidades, y proponiendo finalmente soluciones tecnológicas a las mismas. Se trata, en resumen, de establecer un sistema de comunicación entre la Misión de los Padres Blancos al sur de la ciudad de Wukro en Etiopía con las aldeas del alrededor por un lado, y por otro establecer una comunicación WIMAX (internet sin cables) entre el Hospital al norte de la ciudad y dicha Misión. En este proyecto se aborda el cálculo de la potencia del ruido en los equipos receptores y el denominado "Calculo de Enlace" por otro (como modelo de perdidas que permitirá en asignaturas posteriores realizar cálculos de alcance o cobertura). Mencionar que estos dos tipos de cálculos de ingeniería cubren un alto

porcentaje de las competencias específicas de la asignatura.

Descripción de la actividad	
Denominación de la actividad:	Proyecto de diseño y análisis de sistema de comunicación en zona subdesarrollada.
Cursos-asignaturas-materias	Curso: Emisión y Recepción . 2º Grado Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación y 2º Grado Ingeniería de Sistemas Audiovisuales Esta actividad forma parte de uno de los proyectos de innovación educativa Design Centric Education . Dicho proyecto es el denominado "Paliar la Brecha Digital" dentro de la misión social del ingeniero de telecomunicación y audiovisual. La continuación de este proyecto se realizará en las asignaturas de Comunicaciones Analógicas y Digitales y posteriormente en Radiocomunicación
Objetivos (Competencias Específicas)	1. Identificar y parametrizar la atenuación y el ruido e interferencia, como fuentes de degradación de la señal. 2. Identificar los diversos tipos de antenas, comprender las funcionalidades derivadas de su diseño, e identificar y utilizar sus parámetros de ingeniería. 3. Entender los aspectos básicos de las hojas de especificaciones de emisores y receptores de radiofrecuencia
Descripción	<u>Primera Sesión Presencial (2 horas)</u>: • Clase expositiva: Planteamiento de la necesidad a partir de datos de zona y población proporcionados por una ONG. • Trabajo en Equipo: Se constituyen los grupos de trabajo, el profesor establece las pautas de organización del trabajo, objetivos , contenidos del mismo. • **Sesión introductoria para aclarar competencias especificas y generales a desarrollar y evaluar, criterios de evaluación de ambas, rúbricas, metodología y organización.** *Trabajo a Realizar por cada grupo (2 sesiones presenciales +trabajo no presencial)* Seleccionar en el mercado los equipos que constituyan un sistema de comunicación RF completo: Emisor, Receptor, Antena, conectores compatibles entre sí. Conseguir toda la información técnica disponible de los mismos. Analizar el sistema completo y realizar los cálculos correspondientes para: Encontrar la potencia del ruido a la entrada del receptor. Calcular el Enlace: Es decir encontrar la ley de atenuación en dBs en función de la distancia y la frecuencia si ha lugar entre la salida del Tx y la entrada al Rx. Realizar documento informe del proyecto que contenga: Equipos, Especificaciones, Calculos detallados, Resultados, Conclusiones, Presupuesto, etc ***El proyecto debe incluir un resumen en inglés dirigido a un público no experto con la propuesta: equipos, instrucciones de inteconexiones, presupuesto, resultados finales para el cálculo del enlace y el ruido.*** <u>Sesión presencial de seguimiento del profesor (2 horas)</u> • Reunión de cada grupo con el profesor para supervisión del trabajo no presencial, guía y seguimiento de adquisición de competencias genéricas.
Competencias principales (a evaluar)	Habilidades Comunicativas. Integración en un equipo Multidisciplinar y Multilingüe. Realización de Proyectos
Otras competencias desarrolladas	Capacidad de Análisis y Síntesis. Valores éticos. Aprendizaje autónomo. Resolución de Problemas. Búsqueda y Gestión de Información
Estimación temporal	
Tiempo de trabajo del profesorado	**Preparación previa (primera vez, sólo una vez):** *Preparación del material*: contactar con ONG, generar parte de la información a proporcionar, diseño detallado de la actividad : Entre 4 o 5 horas. *Evaluación* de entregables, seguimiento del trabajo, revisión de rúbricas y poner calificaciones: Entre 30 y 60 minutos por grupo. **Todas las veces:** *Actualizar material* en el campus virtual: 15 '. *Evaluación* de entregables, seguimiento del trabajo en equipo, revisión de rúbricas y poner calificaciones: Entre 30 y 60 minutos por grupo.
Tiempo de trabajo para el estudiante dentro de clase	Cuatro-Seis horas presenciales.
Tiempo de trabajo para el estudiante fuera de clase	Alrededor de seis horas (entre trabajo individual y reuniones del equipo).
Material necesario	

Documentación para el estudiante	• Apuntes Electrónicos en el campus virtual. • Datos proporcionados por la ONG • Enunciados de los ejercicios relacionados con esta temática. • Material de clase con soluciones finales de los ejercicios. • Rúbricas de evaluación de las competencias genéricas y específicas. • Especificaciones técnicas de los equipos
Documentación para el profesorado	• Plantillas para evaluación de la actividad (rúbricas). • Listas de control. • Registro de calificaciones en tareas en el campus virtual.
Otros requisitos para la realización de la actividad (materiales / tecnológicos / tipo de aula / num alumnos etc)	Ordenador en cada grupo con conexión a internet para búsqueda de información y utilización del *campus virtual.*
Evaluación	
Procedimiento de evaluación	Evaluación de Competencias Específicas. Mediante la valoración de la corrección del documento entregado a nivel de contenidos técnicos, cálculos correctos e interpretaciones adecuadas. 15% de la nota final de la asignatura Evaluación de las Competencias Genéricas. En función de rúbricas. Dicha rúbrica es devuelta al alumno para su conocimiento y futura mejora en la evolución de su aprendizaje. 10% de la nota final de la asignatura
Instrumentos de evaluación	• Rúbrica de evaluación de las competencias genéricas.

Tabla 2 Ficha de Actividad de Emisión y Recepción

3.3. Comunicaciones Analógicas y Digitales (2º, segundo cuatrimestre)

Como continuación del proyecto iniciado en la asignatura del primer cuatrimestre, los alumnos retoman el mismo incorporando cálculos más avanzados adquiridos en esta materia, en cuanto a cobertura, número posible de usuarios y calidad de los sistemas de comunicación propuestos por ellos mismos. Dichos cálculos se realizan en un escenario donde las perdidas de propagación son ideales. Por motivos de espacio no se expone la ficha de la actividad, pero está perfectamente coordinada con la actividad de la asignatura anterior incorporando los cálculos adicionales mencionados.

3.4. Fundamentos de Ondas y Habilidades de Comunicación (1º, segundo cuatrimestre)

La primera parte de la actividad fue la explicación por parte del profesor de la denominada “fórmula de Friiss”, que establece la base para poder después encontrar el alcance o cobertura en el proyecto de sistema de comunicaciones que se desarrollará en los cursos posteriores.
En una segunda parte de la actividad, la autora de este artículo como coordinadora del DC ha ido al aula a explicar el contenido, alcance y objetivos del DC. Realizando una labor de concienciación importante, percibiendo una recepción muy positiva y un gran interés por el proyecto en los alumnos de primero
En el caso de Habilidades de Comunicación, los alumnos han realizado una actividad de realización de un proyecto orientado a las denominadas necesidades TIC del Tercer Milenio. Dentro de todas las posibilidades de proyecto a realizar también está la de desarrollo de un sistema de telecomunicación en una zona en vías de desarrollo. En esta asignatura han sido dos los objetivos conseguidos en relación al proyecto del DC que nos compete:
Aprender a estructurar y redactar un proyecto técnico de comunicaciones.

Concienciarse con la gran labor social que puede y debe realizar en su vida profesional un ingeniero y que se verá reflejada en primera instancia en el proyecto que realizarán en los dos cursos posteriores.

3.5. Radiocomunicaciones y Proyectos de Ingeniería (3º, segundo semestre).

En las dos asignaturas de tercero en el segundo semestre no se ha realizado finalmente ninguna actividad dentro del DC que nos compete en este curso 11.12, pero el objetivo es realizarlas en el próximo curso 12-13 con los alumnos que este año en segundo han realizado el proyecto en las dos asignaturas implicadas. En el año que viene la actividad en esas dos materias será que los mismos grupos de alumnos seguirán avanzando en el proyecto completándolo con los siguientes aspectos:

- En radiocomunicaciones: se seguirán realizando cálculos de los alcances, pero ahora en un escenario mucho más realista donde la atenuación del medio ya no es ideal como en las asignaturas anteriores.
- En cuanto a la asignatura de Proyectos de Ingeniería: El objetivo para el próximo curso, será concluir el proyecto con los siguientes aspectos:
- Mejorar la hoja de presupuestos en formato y contenidos
  Incorporar un estudio de viabilidad del proyecto en la zona.
- Incorporar la sostenibilidad curricular de forma tangible en dicha asignatura, realizando un estudio de sostenibilidad económica y social, en el sentido de incorporar a los presupuestos, un análisis de mantenimiento y alimentación de los equipos, seguridad de los mismos en una zona con alto índice de robos, manual de usuario para las personas que habrán de utilizar y mantener los equipos, etc.

4. VALORACIÓN DE RESULTADOS

Con la conclusión por parte de los alumnos del proyecto integrador realizado entre las dos asignaturas de segundo , por otro lado con la evaluación ya realizada de los trabajos entregados, y la realización de un sondeo de opinión sobre la actividad entre el alumnado puedo concluir que el impacto ha sido altamente positivo, los alumnos se han visto muy motivados por el proyecto y la perspectiva de contribuir con su granito de arena a un proyecto de cooperación al desarrollo y por otra parte han visto la proyección profesional de los conocimientos adquiridos mediante la realización de un proyecto de índole realista.

No obstante no sólo es una impresión cualitativa, digamos que este impacto positivo se puede medir en base a dos indicadores más cuantitativos:

1.- La calidad de los trabajos entregados, me he visto gratamente sorprendida, aunque hay algunas carencias y errores en los cálculos, se percibe un interés y una implicación inusual. Cuantitativamente se puede dejar constancia de la calificación final del trabajo (proyecto) entregado, el 90% de los trabajos han tenido una calificación de notable un 5% un sobresaliente y otro 5% un aprobado.

Debo manifestar que la valoración del trabajo se realizó de forma objetiva utilizando una rúbrica de evaluación de la competencia general “ desarrollo de proyectos de ingeniería” que se omite también por razones de espacio.

2- El alto nivel de satisfacción de los alumnos con la actividad realizada, se pasaron unas encuestas cuyo objeto real forma parte de otro proyecto bien distinto al que nos

compete (para evaluar además el impacto del uso de rúbricas para evaluar competencias genéricas), pero en dichas encuestas había unas preguntas relacionadas con la satisfacción con la actividad y todos marcaron la máxima puntuación, en las observaciones ponían comentarios indicando lo interesante de la actividad y lo mucho que les había gustado, sólo se quejaron del escaso tiempo del que disponían para realizarlo, lo cual también tiene una lectura positiva: les hubiese gustado poder dedicarle más tiempo al trabajo.

5. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

- La autora de este artículo ha coordinado la realización de una serie de actividades en un conjunto de 7 asignaturas del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación orientadas todas a un objetivo común: la realización de un proyecto de establecimiento de sistemas de comunicaciones en una zona en vías de desarrollo.
- Se ha construido un proyecto docente con el diseño e implantación de actividades basadas en metodologías ABP con un gran componente de proyecto profesional en un conjunto de asignaturas. La coordinación de las asignaturas y el diseño sería generalizable a otras titulaciones
- Se hace necesario de cara al curso 12-13 enmarcar este proyecto de innovación docente en el ámbito de la Sostenibilidad Curricular, puesto que plantea el desarrollo de un sistema de telecomunicación en un escenario real de una zona en vías de desarrollo, con una idiosincrasia muy particular en cuanto a condiciones económicas, sociales e incluso de seguridad. Es necesario analizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto a medio largo plazo en el caso de implantación real del sistema de comunicaciones.
- La actividad se ha realizado con éxito en las asignaturas de primero y segundo. Y en el próximo curso 1213 se realizarán las actividades previstas en las dos asignaturas de tercero como una continuación y culmen de los proyectos realizados por los alumnos en este curso.
- Los alumnos que han comenzado en primero este año continuarán al año que viene en ese escenario o en otro en función de las necesidades y contactos que podamos establecer con otras ONG y finalizarán el mismo proyecto dentro de dos cursos académicos

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todos los profesores implicados en el proyecto: Rafael Mompó, Higinio Menéndez, María José Terrón, Francisco Alvarez. Gracias especiales a Eva Icarán por su apoyo y a la profesora Olga Bernaldo por su gran aportación.

REFERENCIAS

[1] Piñuela, Juan Antonio, Mompó Rafael (2011) *Las máquinas que controlan la Economía*. VIII Jornadas Innovación Universitaria. Julio 2011. Universidad Europea de Madrid.

[2] Blanco, Yolanda & colaboradores. *Aplicación de los conocimientos técnicos adquiridos sobre sistemas de comunicación analógicos en zona en vías de desarrollo.* VIII Jornadas Innovación Universitaria. Julio 2011. Universidad Europea de Madrid.